

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Komposisi Susu

Susu sapi merupakan salah satu bahan makanan yang mempunyai kandungan gizi yang lengkap. Menurut Harvey & Hill (1990) komposisi dari masing-masing komponen tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel 01. Prosentase masing-masing komponen pada susu sapi / ml

komposisi susu	prosen rata-rata (%)
air	86,9
lemak	3,9
protein	
kasein	2,5
albumin dan globulin	0,7
laktosa	5,1
garam mineral	0,7
vitamin larut lemak ADEK	*
vitamin larut air	*
tiamin (B1), ribovflavin (B2), piridoksin (B6), niasin, biotin, asam folat, asam askorbat (C), dan beberapa jenis vitamin lain	
enzim	*
lipase, fosfatase, katalase	

Ket. * : vitamin larut lemak, larut air dan enzim di dalam susu berada dalam jumlah yang kecil sehingga sulit dibandingkan dengan berat total susu.

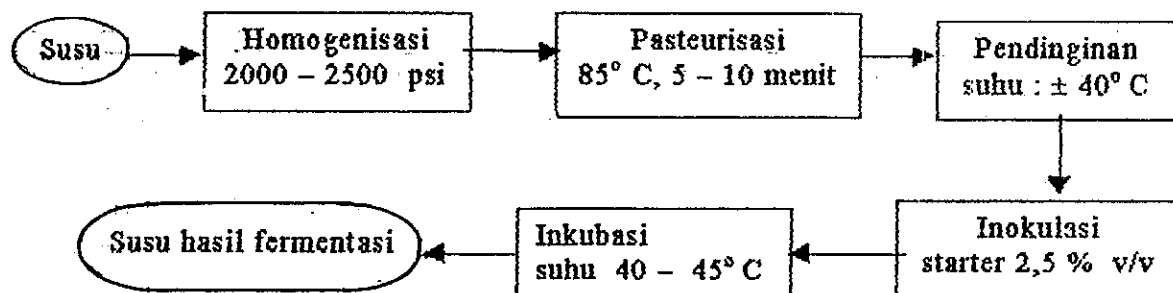
B. Susu Fermentasi

Susu fermentasi merupakan hasil fermentasi susu yang mengandung komponen non lemak yang sama ataupun lebih besar dibanding dengan susu segar, mengandung sekitar 10 juta sel bakteri asam laktat atau ragi per mililiter. Kandungan asam pada susu hasil fermentasi cukup tinggi sedikit atau tidak mengandung alkohol sama sekali, mempunyai tekstur semi padat atau lembut, kompak serta rasa asam yang segar. (Luwihana, 1992).

Susu fermentasi dibuat dari air susu yang dipanaskan hingga sebagian kandungan airnya menguap. Cara penguapan air dapat dilakukan dengan menguapkan seperempat sampai sepertiga airnya dalam *vaccum pump* dengan menambahkan 4 - 5 % susu bubuk skim atau *full cream* (Sirait, 1984).

Untuk mendapatkan susu hasil fermentasi yang baik diperlukan bahan dasar susu yang mempunyai kandungan zat padat sebesar 19 - 20 %. Kandungan zat padat susu segar sekitar 10 %, sehingga perlu diuapkan sebagian airnya atau ditambahkan susu bubuk sebesar 4 - 5% dalam bentuk skim atau *full cream*. Zat padat dalam susu berperan untuk pembentukan tekstur dan aroma susu hasil fermentasi yang baik (Tamime & Deeth, 1980).

Tahapan proses pembuatan susu fermentasi dapat dilihat pada gambar 01. di bawah ini :



Gambar 01. Skema proses pembuatan susu fermentasi. (Lampert, 1970)

Homogenisasi dilakukan untuk mencegah timbulnya lapisan lemak ("cream layer") pada permukaan susu hasil fermentasi, agar diperoleh produk yang teksturnya halus. Homogenisasi dapat memecah globula-globula lemak menjadi kecil dan seragam, sehingga lebih stabil (Luwihana, 1992).

Pasteurisasi dilakukan untuk membunuh mikrobia-mikrobia patogen yang menginaktifkan enzim. Suhu Pasteurisasi adalah 85° C selama 5 - 10 menit. Pemanasan dapat mempercepat koagulasi, sebab setelah pemanasan terjadi penurunan pH (Tamime & Deeth, 1980).

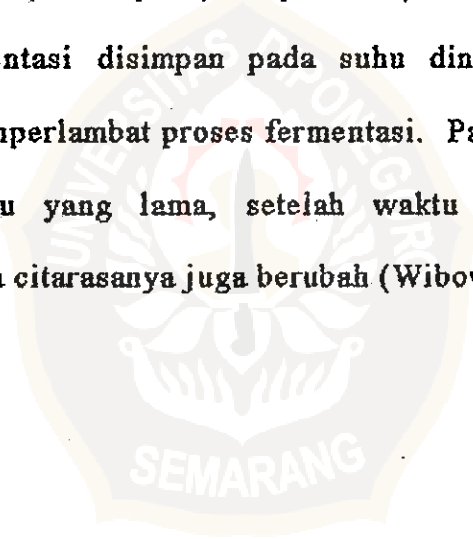
Pendinginan dilakukan dengan cepat untuk menghindari terjadinya kontaminasi, sampai tercapai suhu 40 - 45° C, yang merupakan suhu optimal untuk pertumbuhan *Lactobacillus* (Robinson & Tamime, 1987).

Jumlah inokulum yang umum ditambahkan adalah sebesar 2- 3 %. Ada beberapa jenis produk susu fermentasi, antara lain : kefir, koumiss, yoghurt, "acidophilus milk", dan leben (Volk & Wheeler, 1989). Pembuatan kefir dan koumiss biasanya menggunakan kultur *Streptococcus casei*, *Betabacterium caucasicum*, *Saccharomyces kefir*. "Acidophilus milk"

menggunakan *Thermobacterium acidophilus* dan *Lactobacillus*, sedangkan yoghurt menggunakan campuran *Streptococcus thermophilus* dan *L. bulgaricus* dengan perbandingan 1 : 1 (Harvey & Hill, 1990). Leben dibuat dengan menggunakan campuran *S. lactis* dan *Leuconostoc citrovorum* (Volk & Wheeler, 1989)

Inkubasi dilakukan sampai mencapai pH sekitar 4,4 - 4,5, diikuti dengan terbentuknya citarasa yang khas karena dihasilkan senyawa-senyawa asam laktat, asam asetat, asetaldehid, dan senyawa volatil yang lain. Pada pH asam, protein susu akan mengalami koagulasi sehingga terbentuk gumpalan atau koagulan, makin lama makin banyak (Rahayu, 1989).

Susu hasil fermentasi disimpan pada suhu dingin (4 - 5°C) untuk menghentikan atau memperlambat proses fermentasi. Pada suhu tersebut dapat disimpan dalam waktu yang lama, setelah waktu penyimpanan derajat keasaman naik sehingga citarasanya juga berubah (Wibowo, 1989).



C. *Lactobacillus*

Menurut Salle (1978) taksonomi *Lactobacillus* adalah sebagai berikut :

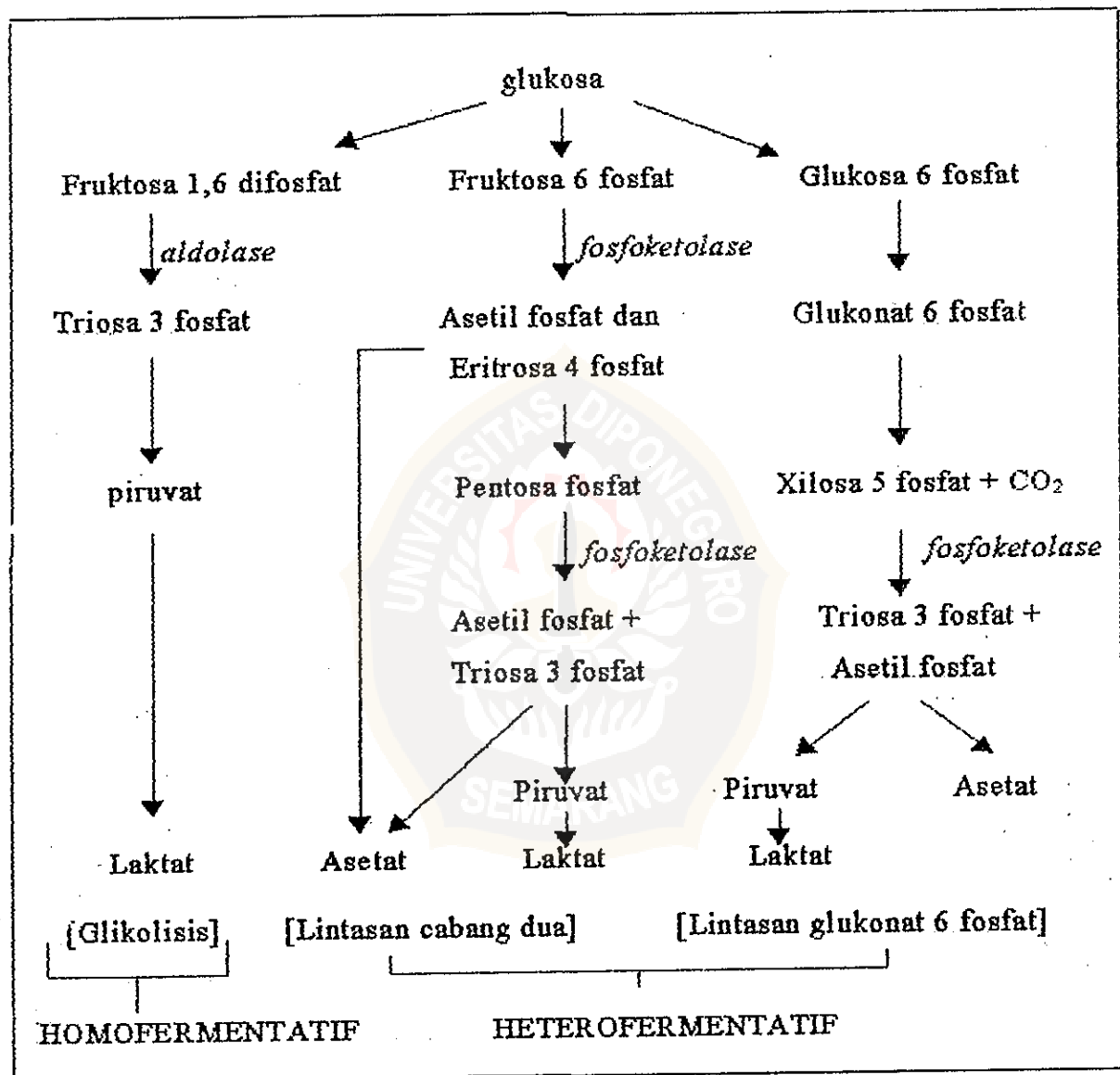
Divisio	: Protophyta
Klass	: Schizomycetes
Ordo	: Eubacteriales
Familia	: Lactobacteriaceae
Genus	: <i>Lactobacillus</i> .

Lactobacillus mempunyai sifat umum sebagai berikut, merupakan Gram positif, berbentuk batang kecil, beberapa spesies membentuk rantai pendek atau panjang, juga ada yang membentuk sel tunggal, tidak motil, tidak membentuk spora, anaerobik atau mikroaerofilik (Buchanan & Gibbons, 1974). Bersifat asidurik, dengan pH optimal berkisar 5,5 sampai 5,8 (Frazier & Westhoff, 1988). Tumbuh secara optimal pada suhu 37° - 45° C, dan pada suhu 45°C akan menghasilkan asam laktat dalam jumlah yang optimal (Ray et. al, 1997).

Lactobacillus membutuhkan nutrisi yang kompleks, yaitu karbohidrat, asam amino, vitamin, peptida, ester asam lemak, garam-garam dari derivat asam nukleat, juga berbagai jenis garam-garam mineral seperti natrium, fosfat, magnesium, kalium, besi, dan mangan. Senyawa-senyawa tersebut tidak dapat disintesis sendiri oleh *Lactobacillus* (Demain & Solomon, 1986).

Lactobacillus dapat dikategorikan sebagai mikroorganisme homofermentatif ataupun heterofermentatif dengan adanya oksigen dan

oksidan yang lain. Jumlah produksi asam asetat meningkat karena adanya asam laktat dan etanol dengan penambahan 1 mol ATP melalui reaksi asetat kinase. Sehingga akan menyebabkan terjadinya variasi pada produk akhirnya. Perbedaan tersebut dapat dilihat pada jalur metabolisme glukosa di bawah ini:



Gambar 02. Lintasan metabolisme glukosa pada bakteri asam Laktat (Rehm dan Reed, 1983 dalam Sardjoko dan Gembong, 1991).

D. Perubahan-perubahan Selama Fermentasi

Susu hasil fermentasi mengandung kadar laktosa yang lebih kecil dan kadar asam yang lebih tinggi dibanding dengan susu segar, karena laktosa telah didegradasi oleh bakteri asam laktat menjadi asam laktat. Laktosa susu yang diubah menjadi asam laktat hanya sekitar 30 %, sedangkan sisanya 70 % masih dalam bentuk laktosa (O'leary & Woychick, 1976 dalam Luwihana, 1992). Dengan enzim laktase sisa laktosa ini dapat diubah menjadi glukosa untuk menambah rasa manis. (Tamime & Deeth, 1980)

Kadar asam yang tinggi akan menyebabkan globulin, albumin, dan asam amino hasil dekomposisi kasein akan mengalami koagulasi pada titik isoelektriknya (pH 4,6), sehingga susu fermentasi akan lebih kental semi padat dan viskositasnya lebih tinggi dibandingkan dengan susu segar. Hal ini dipengaruhi oleh kandungan zat padat, protein, dan proses homogenisasi (Prescott & Dunn, 1982 dalam Sardjoko dan Gembong, 1991)

Kandungan lemak di dalam susu fermentasi tidak berubah, karena bakteri asam laktat tidak memiliki enzim lipase yang dapat memecah molekul lemak menjadi asam lemak dan gliserol (Lampert, 1970). Komposisi asam amino hasil dekomposisi kasein dan laktosa bersama-sama dengan lemak akan membentuk citarasa spesifik pada produk (Frazier & Westhoff, 1992).

Komposisi susu fermentasi (yoghurt) pada umumnya terdiri dari air 87,30 %, asam laktat 0,83 %, gula 3,50 %, lemak 3,50 %, komponen padat 2,70 %, komponen lain 2,17 % (Harvey & Hill, 1990).

Selama proses fermentasi dihasilkan senyawa-senyawa asetaldehid, asetoin, dan diasetil yang membentuk citarasa susu hasil fermentasi. Penggunaan kultur campuran *L. bulgaricus* dan *S. thermophilus* pada yoghurt, dapat meningkatkan jumlah asetaldehid, dibandingkan bila hanya dipergunakan kultur tunggal. Komponen pendukung citarasa yang lain adalah asam lemak volatil dan asam-asam amino. *Lactobacillus* bersifat proteolitik, sehingga selama proses fermentasi terjadi peningkatan protein terlarut yang dapat membantu pembentukan citarasa dan pembentukan struktur susu hasil fermentasi tersebut. (Luwihana, 1992).

Nilai gizi susu hasil fermentasi pada umumnya lebih tinggi dibandingkan dengan susu segar. Peningkatan tersebut disebabkan selain oleh penambahan bahan tertentu (susu bubuk) juga terjadi degradasi komponen-komponen susu dan sintesa vitamin oleh bakteri selama proses fermentasi (Darman, 1954 dalam Tamime & Deeth 1980).

Susu fermentasi dengan kultur *Lactobacillus* hidup lebih disukai dibandingkan dengan susu fermentasi yang telah dipasteurisasi, karena susu fermentasi dengan kultur hidup mempunyai nilai terapi untuk mencegah diare, menurunkan kadar kolesterol dalam darah, dan menghasilkan senyawa antibiotika (Ray, 1996). *Lactobacillus* yang terdapat pada susu fermentasi dapat mendegradasi nitrosamin yang di bentuk dari senyawa nitrat yang ada di dalam tubuh, sehingga dapat mencegah diare, senyawa nitrosamin yang berlebih di dalam tubuh menyebabkan diare (Rowland & Grasso, 1975 dalam Fardiaz 1992). Kadar kolesterol menurun selama mengkonsumsi susu

fermentasi dalam jumlah yang tinggi, karena adanya zat yang terdapat di dalam susu fermentasi yang belum terdeteksi yang dapat menurunkan kadar Hipokolesterolmat di dalam tubuh sehingga peristiwa kolesterologenesis di hambat walaupun mengkonsumsi sejumlah besar kolesterol (Pulusari & Rao, 1983)

Susu fermentasi biasanya mempunyai kadar asam tinggi dengan pH sekitar 4,5 sehingga jarang terkontaminasi bakteri patogen, seperti *Salmonella* dan *Staphylococcus*. Hal ini dikarenakan bakteri patogen tidak dapat tumbuh pada pH 4,5. Bakteri-bakteri putrefaktif seperti *Pseudomonas* juga tidak akan menimbulkan masalah, karena spora tidak dapat berkecambah pada pH di bawah 4,6 (Fardiaz, 1992). Jenie *et al.* (1993) menyebutkan bahwa *L. casei* paling efektif dalam membunuh bakteri patogen seperti *E. coli* enteropatogenik, *Salmonella sp.*, *Shigella dysenteriae*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium*, baik selama proses fermentasi susu maupun pada produk siap minum.

Bakteri asam laktat khususnya *Streptococcus* dan *Lactobacillus* menghasilkan senyawa antibiotik yang larut dalam air, yaitu bakteriosin, hidrogen peroksida, diasetil. Senyawa antibiotik tersebut efektif terhadap *Pseudomonas*, *Staphylococcus* (Bar & Haris, 1984). Dalam penelitian ini akan dipakai *Staphylococcus aureus* dan *Salmonella typhimurium* sebagai bakteri uji dari susu yang di fermentasi oleh *L. casei* dan *L. bulgaricus*.

E. *Salmonella typhimurium*

Menurut Buchanan & Gibbons (1974) taksonomi *S. typhimurium* adalah sebagai berikut :

Divisio	: Protophyta
Klass	: Schizomycetes
Ordo	: Eubacteriales
Familia	: Enterobacteriaceae
Genus	: Salmonella
Spesies	: <i>S. typhimurium</i> .

S. typhimurium berbentuk batang, sel berukuran antara 0,8 – 0,9 μm . Gram negatif, motil dengan flagella peritrikal, bersifat aerob dan fakultatif anaerob, dapat hidup pada suhu 10 - 47°C, dan dapat tumbuh secara optimum pada suhu 37°C, hidup pada pH 4 - 9, optimum pada 6,5 - 7,5, aktivitas air minimumnya 0,93 - 0,99. Pada medium Agar (Bismuth Salt Agar), koloni *S. typhimurium* terlihat seperti mata ikan, koloni berwarna kuning transparan dan ada titik hitam di tengah-tengahnya, dikelilingi oleh pengendapan berwarna hitam dengan warna metalik (Wibowo & Ristanto, 1988).

S. typhimurium dapat memfermentasi glukosa, sukrosa, dan monitol dengan disertai gas sebagai hasil samping, biasanya H_2S dan asam, bersifat oksidase negatif, dan katalase positif. Bakteri ini akan mati pada pemanasan 55°C selama 16 menit (Holt et al, 1984).

S. typhimurium bersifat infeksi terhadap manusia, sebagai penyebab diare dan gastroenteritis, ini merupakan penyakit utama yang tersebar melalui air susu (Volk & Wheeler, 1989).

F. *Staphylococcus aureus*

Menurut Holt et. al (1984) taksonomi *S. aureus* adalah sebagai berikut :

Divisio	: Protophyta
Klass	: Schizomycetes
Ordo	: Eubacteriales
Familia	: Micrococcaceae
Genus	: Staphylococcus
Spesies	: <i>S. aureus</i> .

S. aureus adalah Gram positif berbentuk bola yang umumnya tersusun berkelompok seperti buah anggur, diameter antara 0,8 - 1,0 μm ., non motil, tidak berspora, bersifat anaerob fakultatif dan kemoorganotrof, hidup optimum pada pH 7,0 - 7,5, dan dapat hidup pada kisaran pH 4,5 - 9,3. Koloni *S. aureus* pada medium Agar (Monitol Salt Agar) terlihat bulat, cembung, opaque, licin, dan berkilau, pigmentasi koloni bervariasi, dan berwarna emas, cream, sampai putih (Bergdoll, 1989).

Bakteri ini tahan terhadap panas dan pengeringan, tahan pada pemanasan 60°C selama 30 menit (Gupte, 1989), dapat tumbuh pada kadar garam yang cukup tinggi (mengandung NaCl sampai 16 %). Bakteri ini dapat

memfermentasi glukosa, monitol, laktosa, dan sukrosa dengan menghasilkan asam (Holt et al, 1984).

S. aureus menghasilkan enterotoksin pada bahan makanan, yang dapat mengakibatkan diare, kejang-kejang pada perut, muntah-muntah, infeksi saluran pencernaan dan saluran pernafasan. Dan untuk dapat menghasilkan enterotoksin yang dapat bersifat meracuni dibutuhkan sekitar 10^6 sel/gram (Frazier & Westhoff, 1988).

